

神戸大学大学院工学研究科 学生員 ○中村 渡
 神戸大学工学部 佐藤 卓也
 神戸大学都市安全研究センター 正会員 吉田 信之

1. はじめに

透水性アスファルト舗装を重交通の車道へ適用する場合には、わだち掘れやひび割れといった損傷と同時に透水機能の低下についても検討しておく必要がある。著者らは、舗装構成材料について繰返し三軸透水試験を実施することによって、交通荷重による透水性アスファルト舗装の塑性変形および透水特性の変化を調べている。本報では、路盤材であるクラッシュランで得られた累積塑性変形と透水係数について報告する。

2. 試験概要

試験に用いた路盤材は、JIS A5001 を満足する最大粒径 30mm のクラッシュラン (C-30) である。その最大乾燥密度は 2.23g/cm³、最適含水比は 5.20% である。また、通常の変水位透水試験を実施して得られた透水係数は 8.02×10⁻⁵m/s であり、これは舗装設計施工指針¹⁾に記載の 3×10⁻⁵~4×10⁻⁴m/s の範囲内にある。

供試体の作製は、あらかじめ最適含水比に調整した試料を締固度 95% になるように必要量を計り取って、内径 100mm・高さ 200mm の二つ割りモールドに 5 層に分けて突き固めて行った。

試験装置は、これまで著者らが使用してきた繰返し三軸圧縮試験装置²⁾を改良して変水位透水試験も出来るようにしたものである

(図-1)。繰返し三軸圧縮試験は、著者らが路盤材のレジリエントモジュラス試験で使用している図-2 に示す応力経路のうち²⁾、CA と DB の 2 つの経路で試験を行った。また、変水位透水試験は常に C 点で行っている。具体的には、いずれかの応力経路で繰返し三軸圧縮試験を行いながら、所定の荷重回数 (5 千, 1 万, 2 万, 3 万, 5 万, 7 万, 10 万回) に達したときに変水位透水試験を実施するものである。例えば、CA 経路での試験の場合、(1) 供試体を試験装置にセットして飽和させたのち所定の有効拘束圧 (C 点 : 0.108MPa) で圧密、(2) 引き続いて 2 つのビュレット (図-1 参照) 内の水位を調整して変水位透水試験の実施、(3) 透水試験終了後、有効拘束圧を維持したまま偏差応力 (A 点 : 0.147MPa) を繰返し荷重、(4) 所定の回数荷重後に繰返し荷重を中断し飽和状態を確認して変水位透水試験を実施、(5) (3)~(4)を供試体が破壊しないかぎり荷重回数 10 万回に至るまで繰り返すというものである。繰返し荷重は、荷重時間 0.1 秒・休止時間 0.9 秒のハーバーサイン波で行い、排水条件下である。試験中の供試体の体積変化のモニターであるが、繰返し荷重試験中に変水位透水試験を行っていることから排水量で計算することは難しい。そこで、本研究では不飽和供試体で繰返し三軸圧縮試験を行う場合と同様に、供試体中央部に設置した LDT (局所変位計) を用いて計測した供試体の側方変位と軸変位 (供試体側面に取り付けた非接触型変位計で計測) から体積変化を求めている。

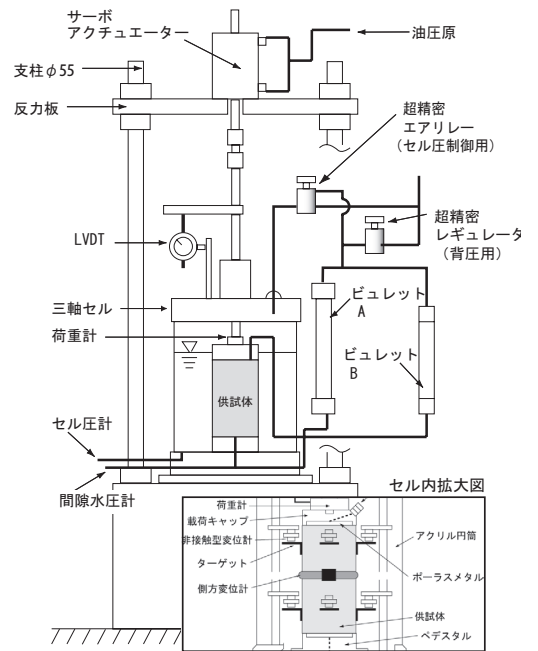


図-1 試験装置の概要

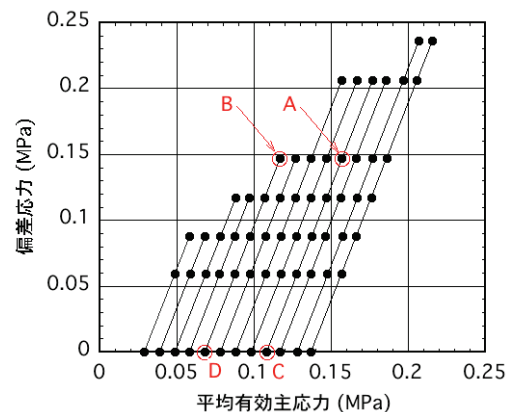


図-2 応力経路と荷重応力点

試験中の供試体の体積変化のモニターであるが、繰返し荷重試験中に変水位透水試験を行っていることから排水量で計算することは難しい。そこで、本研究では不飽和供試体で繰返し三軸圧縮試験を行う場合と同様に、供試体中央部に設置した LDT (局所変位計) を用いて計測した供試体の側方変位と軸変位 (供試体側面に取り付けた非接触型変位計で計測) から体積変化を求めている。

3. 試験結果および考察

図-3 に、応力経路 CA で得られた軸ひずみと载荷回数との関係を示す。図中、全軸ひずみとは累積塑性軸ひずみと弾性ひずみの和である。また、各ひずみ成分は繰返し载荷開始以降に生じたひずみ量である。ちなみに、透水試験終了時の全軸ひずみは応力経路 CA で 1.03%、DB で 1.67%であった。さて、図より、全軸ひずみは载荷初期に急増したのち漸増することがわかる。また、弾性軸ひずみは载荷初期を除いてほぼ一定で推移していることから、累積塑性軸ひずみは全軸ひずみと同じ傾向で増加している。ここには示さないが、経路 DB の場合も同じように全てのひずみ成分が増加している。図-4 に両応力経路で得られた累積塑性軸ひずみと载荷回数との関係の比較を示す。図より、累積塑性軸ひずみは载荷回数に係わらず応力経路 DB の方が CA よりも大きいことがわかる。これは偏差応力一定で平均有効主応力が増加すると累積塑性軸ひずみが減少するということであり、過去に実施した未固結粒状路盤材の透水試験を伴わない繰返し三軸圧縮試験での累積塑性軸ひずみの応力依存性³⁾と同じである。

次に、両応力経路について透水係数と载荷回数との関係を図-5 に示す。透水係数は、両応力経路で载荷回数とともに減少しており、载荷回数に係わらず応力経路 CA の方が大きい。図-3 を参照すると、累積塑性軸ひずみの大きい方が透水係数は小さいということになる。図-6 に透水係数と累積塑性軸ひずみの関係を両応力経路について示す。両応力経路で透水係数は累積塑性軸ひずみの増加とともに減少していくが、応力経路 CA の方が減少率は高い。さらに、図-5 も参照すると、载荷回数がさらに増えていくと両応力経路での透水係数はある一定の値に収束するように見える。

4. まとめ

本報では、クラッシュランを用いて長期繰返し三軸圧縮透水試験を実施し累積塑性軸ひずみおよび透水係数の変化を調べた。試験本数は少ないが、载荷回数に伴う累積塑性軸ひずみの増加は応力依存性であることが確認でき、累積塑性軸ひずみの増加により透水係数が減少することが分かった。また、累積塑性軸ひずみの大きい方が透水係数が小さいことも分かった。

今後さらに実験数を増やして検討していく予定である。

【参考文献】1) 日本道路協会、表-3.6.2, 舗装設計施工指針(平成18年度版), p.81, 2006. 2) 宮根他: 繰返し三軸圧縮試験に基づく未固結粒状路盤材の塑性変形予測モデルについて, 土木学会第66回年次学術講演会講演概要集 CD, V-331, 2011. 3) 宮根他: 繰返し三軸圧縮試験による未硬化 HMS 路盤材の累積塑性ひずみについて, 平成23年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集 CD, V-3, 2011.

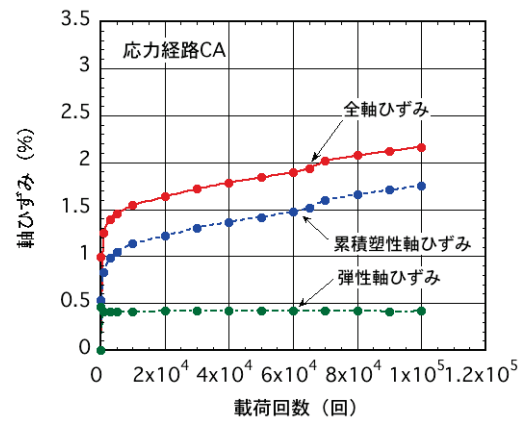


図-3 軸ひずみ—载荷回数関係(経路 CA)

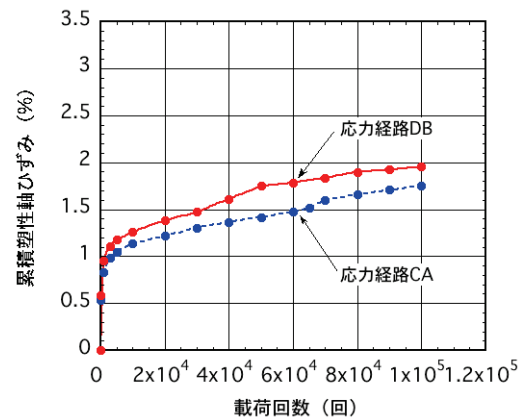


図-4 累積塑性軸ひずみ—载荷回数関係

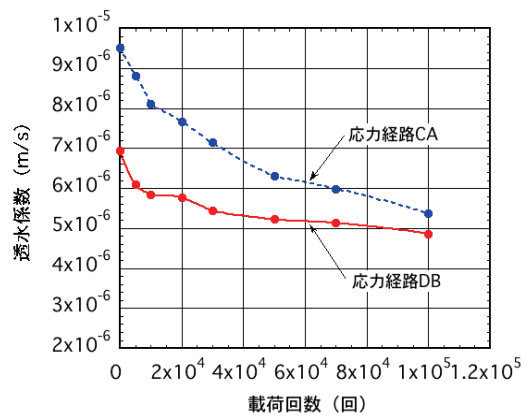


図-5 透水係数—载荷回数関係

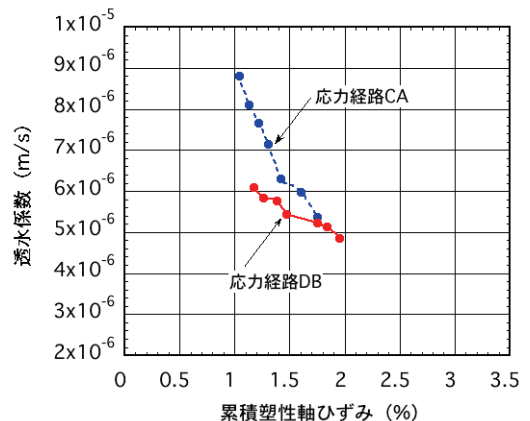


図-6 透水係数—累積塑性軸ひずみ関係